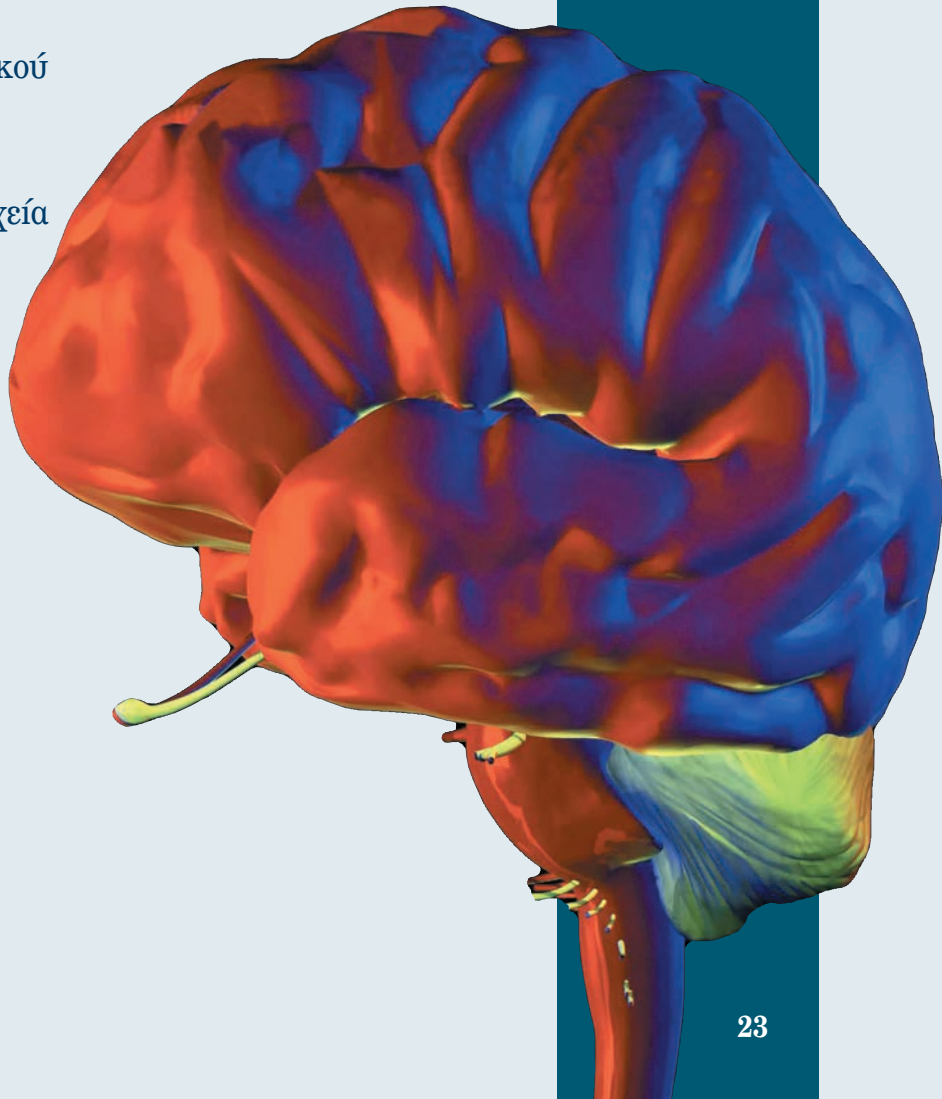


# ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

μερος

# I

1. Θεμελιώδη Στοιχεία του Νευρικού Συστήματος
2. Ανάπτυξη και Κυτταρικά Στοιχεία του Νευρικού Συστήματος
3. Η Νευροδιέγερση στο Νευρικό Σύστημα





# Θεμελιώδη Στοιχεία του Νευρικού Συστήματος

Το νευρικό σύστημα καθιστά, περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο όργανο, τον άνθρωπο ιδιαίτερο. Το κεντρικό νευρικό σύστημα (ΚΝΣ) του ανθρώπου, είναι μικρότερο σε μέγεθος και ζυγίζει λιγότερο σε σύγκριση με τους επιτραπέζιους υπολογιστές αλλά αποτελεί την πλήρη σύνθετη και περίτεχνη υπολογιστική συσκευή που υπάρχει. Προσλαμβάνει και ερμηνεύει μια τεράστια συστοιχία αισθητικών πληροφοριών, ελέγχει μια ποικιλία απλών και σύνθετων κινητικών συμπεριφορών και συμμετέχει στην αφαιρετική και στην επαγωγική λογική. Ο εγκέφαλος καθιστά εφικτή τη λήψη σύνθετων αποφάσεων, τη δημιουργική σκέψη και τη βίωση των συναισθημάτων. Μπορεί να *γενικεύσει* και κατέχει μια περίτεχνη ικανότητα αναγνώρισης που δεν μπορεί να αναπαραχθεί από τους πλήρη προηγμένους μεγαυπολογιστές. Το νευρικό σύστημα του ανθρώπου, για παράδειγμα, μπορεί να αναγνωρίσει άμεσα ένα οικείο πρόσωπο ανεξάρτητα από τη γωνία υπό την οποία παρουσιάζεται. Μπορεί να διεκπεραιώσει πολλούς από αυτές τις απαιτητικές ενέργειες σχεδόν ταυτόχρονα.

Με δεδομένη την πολυπλοκότητα του νευρικού

συστήματος και την αφθονία των λειτουργιών του, μπορεί να αναρωτηθεί κανείς εάν είναι δυνατόν το νευρικό σύστημα να γίνει κατανοητό. Πράγματι, η νευροεπιστήμη έχει αρχίσει να καθιστά κατανοητή, με περίτεχνη λεπτομέρεια, την οργάνωση και τη φυσιολογία του νευρικού συστήματος και τις αλλαγές της λειτουργίας του που παρατηρούνται σε διάφορες παθήσεις. Η κατανόηση αυτή προέρχεται από τη γνώση της *δομής* του νευρικού συστήματος και από τη διασύνδεση δομής και λειτουργίας.

Η πολυπλοκότητα των λειτουργιών του νευρικού συστήματος αντανακλάται στη σύνθετη δομή του κατά μια έννοια, το νευρικό σύστημα μπορεί να θεωρηθεί ως ένα σύνθετο και δυναμικό δίκτυο αλληλοσυνδεδεμένων ηλεκτρονικών υπολογιστών. Ωστόσο, η ανατομία του νευρικού συστήματος μπορεί να γίνει άμεσα κατανοητή. Η γνώση της νευροανατομίας συσχετίζεται άμεσα τόσο με τη βασική νευροεπιστήμη όσο και με την κλινική ιατρική. Η κλινική νευροανατομία (δηλαδή η δομή του νευρικού συστήματος σε σχέση με τις διαταραχές του νευρικού συστήματος) αποτελεί σημαντική διδαχή για τη δο-

μή και την οργάνωση του φυσιολογικού νευρικού συστήματος και είναι θεμελιώδης για την κατανόηση των διαταραχών του νευρικού συστήματος.

## ΓΕΝΙΚΟ ΠΡΟΣΧΕΔΙΟ ΤΟΥ ΝΕΥΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Κύριες Υποδιαιρέσεις

#### A. Ανατομία

Ανατομικά, το νευρικό σύστημα του ανθρώπου αποτελεί ένα σύμπλεγμα δυο υποδιαιρέσεων.

**1. ΚΝΣ.** Το ΚΝΣ αποτελείται από τον εγκέφαλο και από το νωτιαίο μυελό, που βρίσκονται μέσα σε οστέινες κοιλότητες και περιβάλλονται από προ-

στατευτικά περιβλήματα (μήνιγγες) και χώρους που πληρούνται με υγρό.

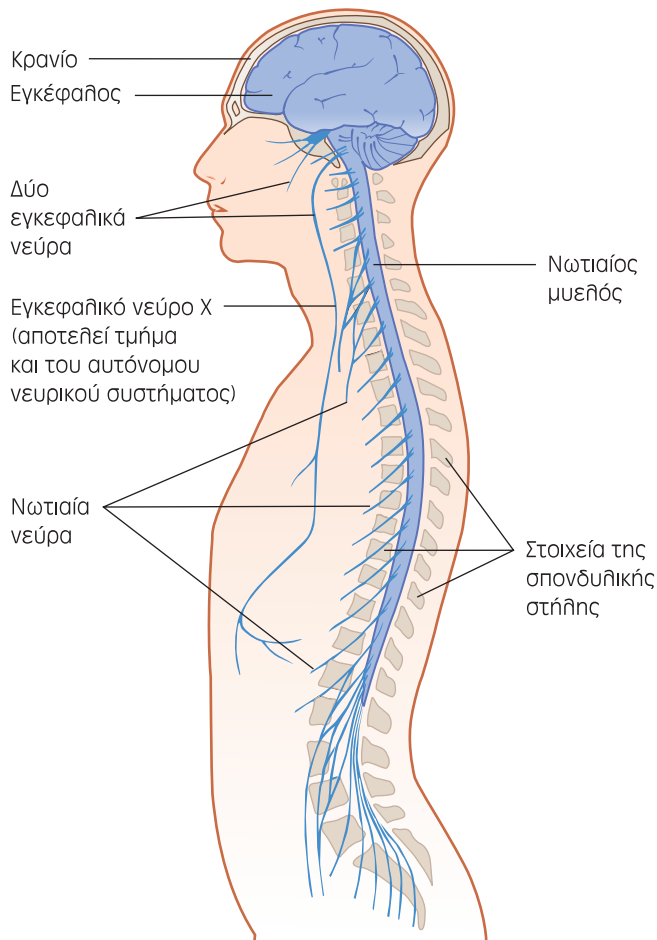
**2. Περιφερικό νευρικό σύστημα (ΠΝΣ).** Το ΠΝΣ σχηματίζεται από τα εγκεφαλικά και τα νωτιαία νεύρα (Εικόνα 1-1).

#### B. Φυσιολογία

Λειτουργικά, το νευρικό σύστημα διαιρείται σε δυο συστήματα.

**1. Σωματικό νευρικό σύστημα.** Νευρώνει τις δομές των τοιχωμάτων του σώματος (μύες, δέρμα και βλεννογόνοι υμένες).

**2. Αυτόνομο (σπληγχνικό) νευρικό σύστημα (ΑΝΣ).** Το ΑΝΣ περιέχει τμήματα του κεντρικού και του περιφερικού νευρικού συστήματος. Ελέγχει τις λειτουργίες των λείων μυών και των αδένων των σπληγχνων και των αιμοφόρων αγγείων και ανα-



**ΕΙΚΟΝΑ 1-1** Η δομή του κεντρικού νευρικού συστήματος και του περιφερικού νευρικού συστήματος όπου απεικονίζεται η σχέση μεταξύ του κεντρικού νευρικού συστήματος και των οστέινων περιβλημάτων του.

μεταδίδει αισθητικές πληροφορίες στον εγκέφαλο.

## Δομικές Μονάδες και Συνολική Οργάνωση

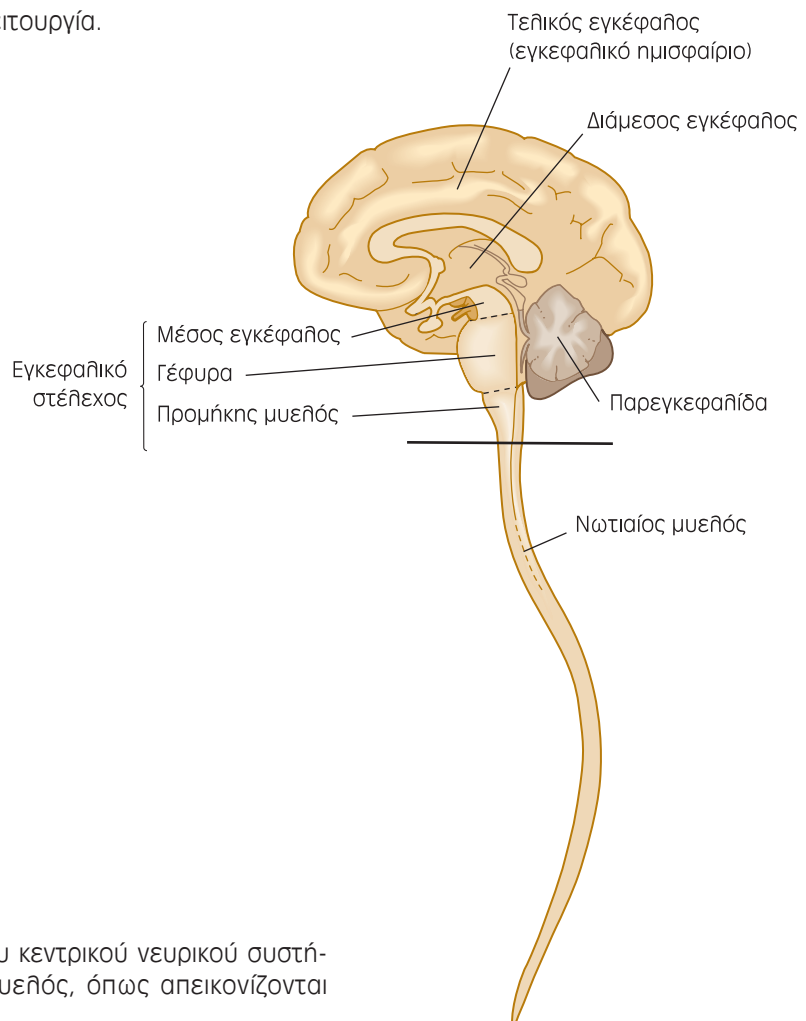
Το κεντρικό τμήμα του νευρικού συστήματος αποτελείται από τον **εγκέφαλο** και από τον επιμήκη **νωτιαίο μυελό** (Εικόνα 1-2 και Πίνακας 1-1). Ο εγκέφαλος έχει κλιμακωτή δομή και, μακροσκοπικά, διαιρείται στα ημισφαίρια, στο εγκεφαλικό στέλεχος και στην παρεγκεφαλίδα.

Το πλέον κεφαλικό τμήμα του νευρικού συστήματος (τα ημισφαίρια ή πρόσθιος εγκέφαλος) είναι φυλογενετικά το πλέον ανεπτυγμένο και συμμετέχει στις πλέον σύνθετες λειτουργίες (π.χ. γνώση\*). Ου-

ραία, εντοπίζονται το εγκεφαλικό στέλεχος, ο προμήκης μυελός και ο νωτιαίος μυελός που διενεργούν λιγότερο προηγμένες αληθιά ζωτικές λειτουργίες.

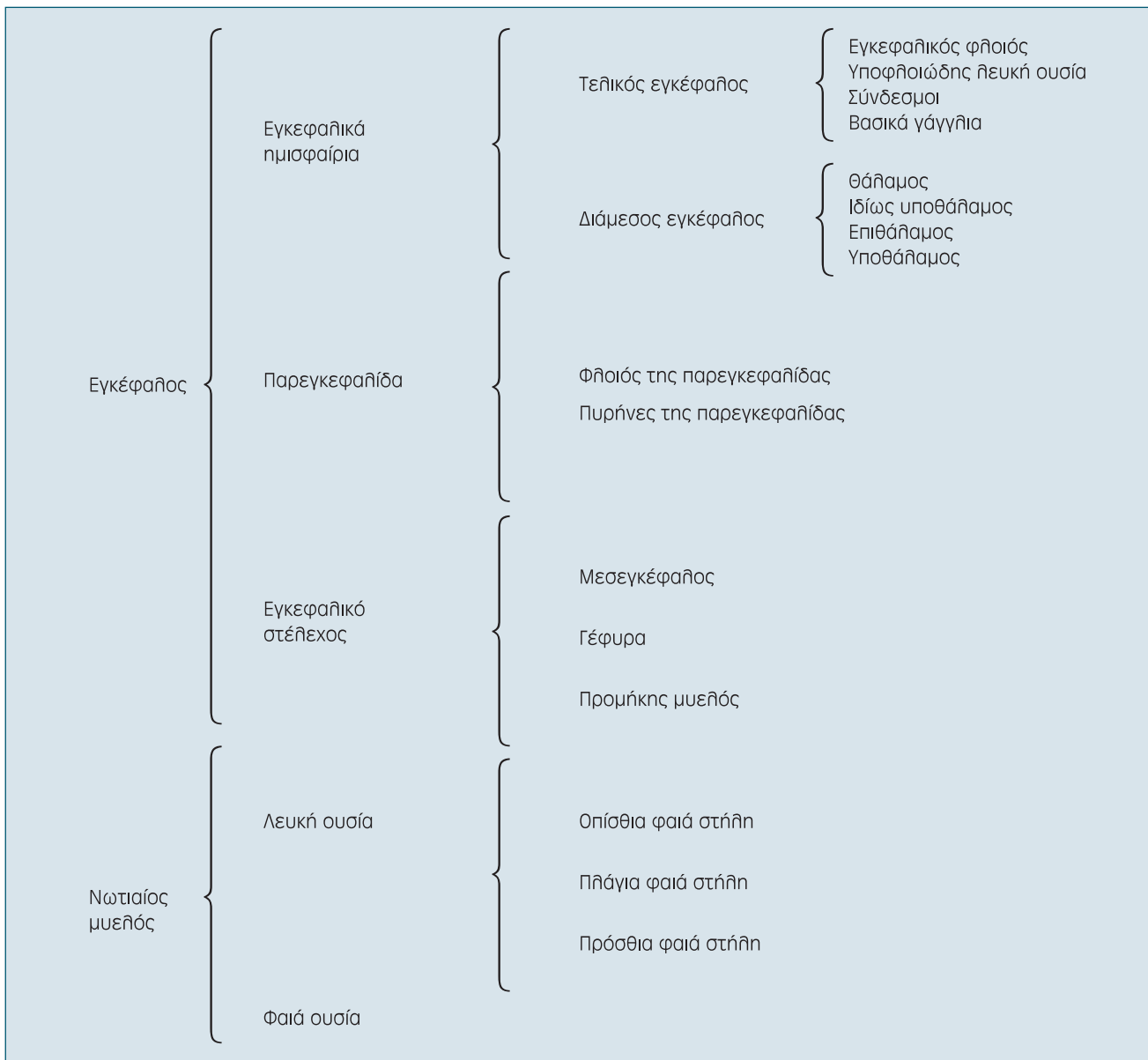
Τα **ημισφαίρια (πρόσθιος εγκέφαλος)** αποτελούνται από τον **τελικό εγκέφαλο** και από το **διάμεσο εγκέφαλο**. Ο τελικός εγκέφαλος περιλαμβάνει το φλοιό των ημισφαιρίων (το πλέον προηγμένο από εξελικτική άποψη τμήμα του εγκεφάλου που μερικές φορές ονομάζεται "φαιά ουσία"), την υποφλοιώδη λευκή ουσία και τα βασικά γάγγλια που αποτελούν μάζες φαιάς ουσίας και βρίσκονται στο βάθος των εγκεφαλικών ημισφαιρίων. Η **λευκή ουσία** οφείλει την ονομασία της στο γεγονός ότι σε τομή εγκεφάλου από νωπό παρασκεύασμα έχει λαμπυρίζουσα όψη ως αποτέλεσμα της υψηλής περιεκτικότη-

\*Σημ. επιμ.: Γνώση, νόηση, γνωσιακή λειτουργία.



**ΕΙΚΟΝΑ 1-2** Τα δύο κύρια τμήματα του κεντρικού νευρικού συστήματος, ο εγκέφαλος και ο νωτιαίος μυελός, όπως απεικονίζονται στο μέσο οβελιαίο επίπεδο.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1-1** Κύριες υποδιαιρέσεις του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος

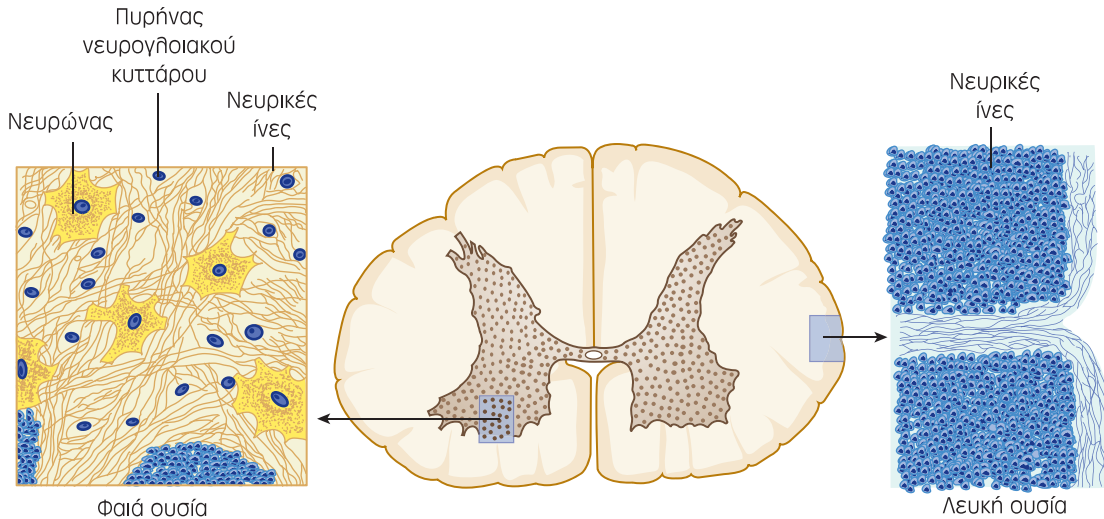


τας μυελίνης που αποτελείται από άφθονα λιπίδια. Η λευκή ουσία σχηματίζεται από εμμύελιες ίνες και δεν περιέχει κυτταρικά σώματα νευρώνων ή συνάψεις (Εικόνα 1-3). Οι κύριες υποδιαιρέσεις του διάμεσου εγκέφαλου είναι ο θάλαμος και ο υποθάλαμος. Το **εγκεφαλικό στέλεχος** αποτελείται από το **μέσο εγκέφαλο**, τη **γέφυρα** και τον **προμήκη μυελό**. Η **παρεγκεφαλίδα** περιλαμβάνει το **σκώληκα** και δυο πλάγιους λοβούς. Ο εγκέφαλος, που είναι κοίλος, περιέχει ένα σύστημα χώρων που ονομάζονται κοι-

λίες. Ο νωτιαίος μυελός φέρει ένα στενό κεντρικό σωλήνα που αποφράσσεται στο μεγαλύτερο τμήμα του στον ενήλικα. Οι χώροι αυτοί πληρούνται με εγκεφαλονωτιαίο υγρό (ENY) (Εικόνα 1-4 και 1-5, βλέπε επίσης κεφάλαιο 11).

### Λειτουργικές Μονάδες

Ο εγκέφαλος που αποτελεί το 2% του συνολικού βάρους του σώματος περιέχει πολλά δισεκατομμύ-

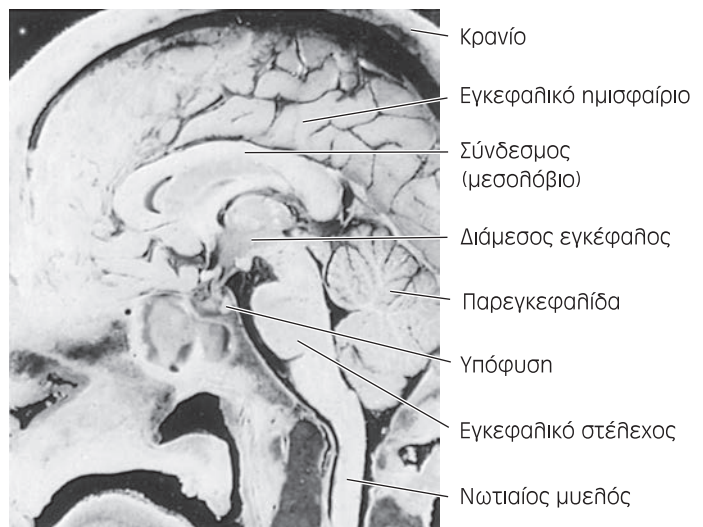


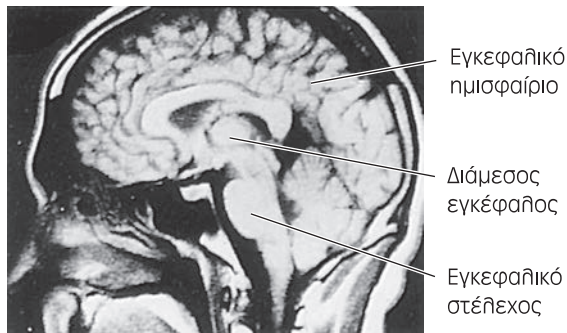
**ΕΙΚΟΝΑ 1-3** Εγκάρσια τομή του νωτιαίου μυελού, όπου απεικονίζεται η φαιά ουσία (η οποία περιέχει τα κυτταρικά σώματα των νευρώνων και των νευρογλοιακών κυττάρων, τους νευράξονες, τους δενδρίτες και τις συνάψεις) και η λευκή ουσία (η οποία περιέχει εμμύελους νευράξονες και νευρογλοιακά κύτταρα). (Αναπαραγωγή κατόπιν αδείας από Junqueira LC, Carneiro J, Kelley RO: *Basic Histology: Text & Atlas*, 11th ed. McGraw-Hill, 2005).

ρια (ενδεχομένως και τρισεκατομμύρια) νευρώνων και νευρογλοιακών κυττάρων (βλέπε Κεφάλαιο 2). Οι **νευρώνες**, ή νευρικά κύτταρα, είναι εξειδικευμένα κύτταρα που προσλαμβάνουν και αποστέλλουν ερεθίσματα σε άλλα κύτταρα μέσω των προσεκβολών τους (νευρικές ίνες ή **νευράξονες**). Η πληροφορία (το ερέθισμα) επεξεργάζεται και αποκωδικοποιείται σε μια ακολουθία ηλεκτρικών ή χημικών σημάτων, διαδικασία που, στις περισσότερες περιπτώσεις, διε-

verγείται ταχύτητα (σε χιλιοστά του δευτερολέπτου). Πολλοί νευρώνες φέρουν σχετικά μεγάλα κυτταρικά σώματα και μακρούς νευρίτες που μεταφέρουν τις νευρικές ώσεις ταχύτητα και σε μεγάλη απόσταση. Οι διάμεσοι νευρώνες, από την άλλη, φέρουν μικρά κυτταρικά σώματα και βραχείς νευρίτες και μεταφέρουν τις νευρικές ώσεις τοπικά. Τα νευρικά κύτταρα που εξυπηρετούν μια κοινή λειτουργία, συχνά με κοινό στόχο, συνήθως διατάσσ-

**ΕΙΚΟΝΑ 1-4** Φωτογραφία μιας μέσης οβελιαίας τομής της κεφαλής και του άνω τμήματος του λαιμού, όπου απεικονίζονται οι κύριες υποδιαιρέσεις του κεντρικού νευρικού συστήματος (Αναπαραγωγή κατόπιν αδείας από deGroot J: *Correlative Neuroanatomy of Computed Tomography and Magnetic Resonance Imagery*. 21st ed. Appleton & Lange, 1991).





**ΕΙΚΟΝΑ 1-5** Μαγνητική τομογραφία μιας μέσης οβελιαίας τομής της κεφαλής (ακολουθεί βραχέος χρόνου, βλ. βλ. Κεφάλαιο 22). Συγκρίνατε με την Εικόνα 1-2.

σονται κατά ομάδες και σχηματίζουν τους πυρήνες. Τα νευρικά κύτταρα που εξυπηρετούν μια κοινή λειτουργία, συχνά με κοινό στόχο, συνήθως διατάσσονται κατά ομάδες και σχηματίζουν τους **πυρήνες**. Τα νευρικά κύτταρα με κοινή μορφολογία, λειτουργία και με τις ίδιες συνδέσεις διατάσσονται κατά ομάδες εκτός του ΚΝΣ και ονομάζονται **γάγγλια**.

Άλλα κυτταρικά στοιχεία που στηρίζουν τη δραστηριότητα των νευρώνων είναι τα **νευρογλοιακά κύτταρα** που απαντώνται σε ποικίλους τύπους. Η αναλογία των νευρογλοιακών κυττάρων, εντός του εγκέφαλου και του νωτιαίου μυελού, προς τους νευρώνες είναι 10:1.

## Νευροδιαβίβαση στο Νευρικό Σύστημα

Η μετάδοση των ερεθισμάτων μεταξύ των νευρικών κυττάρων διενεργείται στις **συνάψεις** (βλ. βλ. Κεφάλαια 2 και 3). Οι χημικοί νευροδιαβιβαστές συσχετίζονται με τη λειτουργία της σύναψης: διεγερτική ή ανασταλτική. Ένας νευρώνας ενδέχεται να δημιουργεί εκατοντάδες συνάψεις που μεταφέρουν πληροφορίες από πολλή πηγή. Μέσω της ενοποίησης των διεγερτικών και των ανασταλτικών παραγωγών ερεθισμάτων από τις διαφορετικές πηγές και μέσω της παραγωγής του μηνύματος ο κάθε νευρώνας λειτουργεί ως συσκευή επεξεργασίας δεδομένων.

Ορισμένες αρχέγονες συμπεριφορές (π.χ. το αντανακλαστικό και η ακούσια σύσπαση των μυών γύρω από την άρθρωση του γόνατος σε απάντηση στην πρήξη του επιγονατιδικού τένοντα) διαμεσοδη-

βούνται από μια απλή **μονοσυναπτική** αλυσίδα δυο νευρώνων που συνδέονται με μια **σύναψη**. Οι πιο σύνθετες συμπεριφορές, ωστόσο, προϋποθέτουν τη συμμετοχή μεγαλύτερων **πολυσυναπτικών** νευρωνικών κυκλωμάτων στα οποία πολλοί νευρώνες αλληλοσυνδέονται μέσω των συνάψεων.

## Δεμάτια και Σύνδεσμοι

Οι συνδέσεις, ή οδοί, μεταξύ ομάδων νευρώνων στο ΚΝΣ απαντώνται με τη μορφή των δεσμίδων ινών ή **δεματίων**. Οι συναθροίσεις των δεματίων, όπως απαντώνται στο νωτιαίο μυελό, ονομάζονται **στήλεις (δέσμες)**. Τα δεμάτια ενδέχεται να κατέρχονται (π.χ. από τα εγκεφαλικά ημισφαίρια στο εγκεφαλικό στέλεχος ή στο νωτιαίο μυελό) ή να ανέρχονται (π.χ. από το νωτιαίο μυελό προς τα εγκεφαλικά ημισφαίρια). Οι οδοί αυτοί αποτελούν κατακόρυφες συνδέσεις που στην πορεία τους μπορεί να χιάζονται και να διέρχονται από το ένα ημιμόριο του ΚΝΣ στο άλλο. Οι οριζόντιες (πλάγιες) συνδέσεις ονομάζονται **σύνδεσμοι**.

**Ποιηληπλά δεμάτια** συνδέουν πολλή τμήματα του νευρικού συστήματος. Για παράδειγμα, ποιηληπλά ανιόντα και κατιόντα δεμάτια συνδέουν το ΠΝΣ και τα κατώτερα νωτιαία κέντρα με τον εγκέφαλο. Οι συνδέσεις αυτές αντανακλούν το γεγονός ότι το νευρικό σύστημα εξάγει διαφορετικά δεδομένα από το περιβάλλον (π.χ. το σχήμα, το βάρος και η θερμοκρασία ενός αντικειμένου που φέρεται σε επαφή με το σώμα) και τα αποκωδικοποιεί ξεχωριστά και επιπλέον ότι ελέγχει ειδικά μέρη της κινητικής συμπεριφοράς (στάση του σώματος, μουσικός τόνος, λεπτές κινήσεις) χρησιμοποιώντας διαφορετικές ομάδες νευρώνων. Η ποιηληπλήτητα των δεματίων παρέχει, επίσης, στο νευρικό σύστημα ένα βαθμό **πλεονασμού**. Έτσι, μετά από μερική καταστροφή του νευρικού συστήματος, καταργούνται μόνο ορισμένες λειτουργίες. Ενώ άλλες διατηρούνται αυξάνοντας την πιθανότητα επιβίωσης του οργανισμού.

## Συμμετρία του Νευρικού Συστήματος

Ένας γενικός κανόνας στην νευροανατομία είναι ότι, κατά προσέγγιση, το νευρικό σύστημα είναι κατα-

σκευασμένο με **αμφοτερόπλευρη συμμετρία**. Η συμμετρία αυτή είναι πλέον εμφανής στα ημισφαίρια και στην παρεγκεφαλίδα που οργανώνονται σε δεξιό και αριστερό **ημισφαίριο**. Σε μια πρώτη θεώρηση, τα ημισφαίρια φαίνονται απόλυτα συμμετρικά. Ορισμένες ανώτερες φλοιϊκές λειτουργίες όπως η γλώσσα αντιπροσωπεύονται πιο ισχυρά στο ένα ημισφαίριο σε σύγκριση με το άλλο αλληλά σε μακροσκοπική όψη τα ημισφαίρια έχουν παρόμοια δομή. Ακόμα και στις πιο ουραίες δομές, όπως το εγκεφαλικό στέλεχος και ο νωτιαίος μυελός, που δεν οργανώνονται σε ημισφαίρια, υπάρχει αμφοτερόπλευρη συμμετρία.

### Χιαστή Αντιπροσώπωση

Ένας άηλιος γενικός κανόνας στην κατασκευή του νευρικού συστήματος είναι ο **χιασμός και η χιαστή αντιπροσώπωση**: το δεξιό ημιμόριο του εγκεφαλικού δέχεται πληροφορίες σχετικά με, και ελέγχει την κινητική λειτουργία της αριστερής πλευράς του περιβάλλοντος και αντίστροφα. Η οπτική πληροφορία από τη δεξιά πλευρά του περιβάλλοντος επεξεργάζεται στον οπτικό φλοιό του αριστερού ημισφαιρίου. Παρομοίως, η αίσθηση της αφής, η αίσθηση του θερμού ή του ψυχρού και η αίσθηση της θέσης των αρθρώσεων από το δεξιό πλευρά του σώματος επεξεργάζεται στο σωματοαισθητικό φλοιό του αριστερού εγκεφαλικού ημισφαιρίου. Σε σχέση με τον έλεγχο των κινήσεων, ο κινητικός φλοιός στο αριστερό εγκεφαλικό ημισφαίριο ελέγχει τις κινήσεις του σώματος που σχετίζονται με τη δεξιά πλευρά του εξωτερικού περιβάλλοντος. Ο έλεγχος αυτός, φυσικά, περιλαμβάνει έλεγχο των μυών του δεξιού άνω άκρου και του δεξιού κάτω άκρου όπως ο δικέφαλος και ο τρικέφαλος βραχιόνιος μύς, οι μύες του χεριού και ο γαστροκνήμιος μύς. Υπάρχουν περιστασιακές εξαιρέσεις στο πρότυπο αυτό της "χιαστής νεύρωσης": Για παράδειγμα, ο *αριστερός* στερνοκλειδομαστοειδής μύς ελέγχεται από τον *αριστερό* εγκεφαλικό φλοιό. Η εξαίρεση αυτή, όμως, έχει λειτουργική σημασία. Ως αποτέλεσμα της ασυνήθιστης βιολογικής μηχανικής του, η σύσπαση του αριστερού στερνοκλειδομαστοειδή μύος προκαλεί στροφή του λαιμού προς τα

δεξιά. Επομένως, ακόμα και για τη φαινομενική αυτή παραλληλία, ο έλεγχος των κινήσεων της δεξιάς πλευράς του εξωτερικού περιβάλλοντος διενεργείται στο ετερόπλευρο αριστερό εγκεφαλικό ημισφαίριο, όπως προβλέπεται από την αρχή της χιαστής αντιπροσώπωσης.

Υπάρχει μια κύρια εξαίρεση στον κανόνα του χιαστού κινητικού ελέγχου. Ως αποτέλεσμα της οργάνωσης των προσαγωγών και των απαγωγών ερεθισμάτων στην παρεγκεφαλίδα, κάθε παρεγκεφαλικό ημισφαίριο ελέγχει το συντονισμό των κινήσεων και το μυϊκό τόνο στην *ομόπλευρη* πλευρά του σώματος (βλέπε Κεφάλαιο 7).

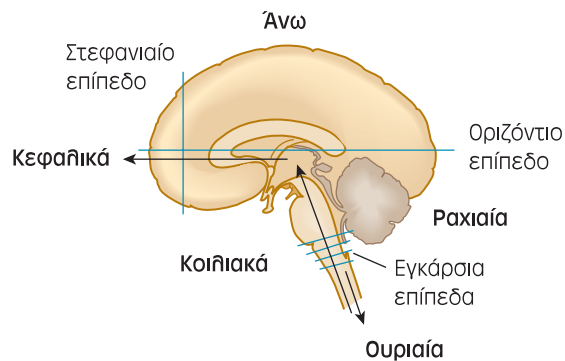
### Χάρτες του Εξωτερικού Περιβάλλοντος στον Εγκέφαλο

Σε καθένα από τα πολλή επίπεδα, ο εγκέφαλος χαρτογραφεί τις διάφορες όψεις του εξωτερικού περιβάλλοντος. Για παράδειγμα, αναλογιστείτε τις ραχιαίες στήλες (που μεταφέρουν αισθητικά ερεθίσματα, κυρίως σε σχέση με την αφή και τη δόνηση, από τις αισθητικές νευρικές απολήξεις στην επιφάνεια του σώματος προς το νωτιαίο μυελό). Οι νευρίτες στις ραχιαίες στήλες διατάσσονται με μεθοδικό τρόπο, με τις ίνες από το άνω άκρο, τον κορμό και το κάτω άκρο να σχηματίζουν ένα χάρτη που διατηρεί τη σχέση των μερών αυτών του σώματος στο χώρο. Στο φλοιό των εγκεφαλικών ημισφαιρίων, υπάρχει, επίσης, ένας αισθητικός χάρτης (που προσομοιάζει με μικρό άνθρωπο και ονομάζεται, για το λόγο αυτό, ανθρωπάριο) που βρίσκεται στον αισθητικό φλοιό. Υπάρχουν πολλοί χάρτες του οπτικού εξωτερικού περιβάλλοντος στους ινιακούς λοβούς καθώς επίσης και στον κροταφικό και στο βρεγματικό λοβό. Οι χάρτες αυτοί ονομάζονται αμφιβληστροειδοτοπογραφικοί επειδή διατηρούν τις γεωμετρικές σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων που προβάλονται στον αμφιβληστροειδή και παρέχουν, επομένως, τις χωρικές αντιπροσωπεύσεις του οπτικού περιβάλλοντος στον εγκέφαλο. Κάθε χάρτης περιέχει νευρώνες η λειτουργία των οποίων συνίσταται στην εξαγωγή και ανάληψη πληροφορίας σχετικά με ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό (π.χ. μορφή, χρώμα ή κίνηση) του ερεθίσματος.

### Διάπλαση

Οι πρωιμότερες δεσμίδες νευρικών ινών εμφανίζονται περίπου στο δεύτερο μήνα της εμβρυϊκής ζωής. Τα κύρια κατιόντα κινητικά δεμάτια εμφανίζονται περίπου στον πέμπτο μήνα. Η **μυελίνωση** (δημιουργία ελύτρου μυελίνης) των νευρικών ινών του νωτιαίου μυελού αρχίζει περίπου στο μέσο της εμβρυϊκής ζωής. Ορισμένα δεμάτια δεν αποκτούν πλήρες έλυτρο μυελίνης για διάστημα 20 ετών. Τα αρχέγονα δεμάτια (αυτά που απαντώνται σε όλα τα τετράποδα) αποκτούν έλυτρο μυελίνης πρώτα. Τα φλοιονωτιαία δεμάτια αποκτούν έλυτρο μυελίνης στο μεγαλύτερο ποσοστό κατά τη διάρκεια του πρώτου και του δεύτερου έτους μετά τη γέννηση.

Οι αναπτυσσόμενοι νευρίτες καθοδηγούνται προς τους σωστούς στόχους κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του νευρικού συστήματος από εξωκυττάρια **μόρια καθοδηγητές** (συμπεριλαμβανομένων των **νετρινών** και των **σεμαφορινών**). Ορισμένα από αυτά δρουν ελκτικά για τους αναπτυσσόμενους νευρίτες και τους καθοδηγούν προς ένα ειδικό στόχο. Άλλα μόρια δρουν απωθητικά. Υπάρχουν πολλοί τύποι μορίων καθοδηγητών, πιθανότατα κάθε τύπος είναι ειδικός για ένα συγκεκριμένο τύπο νευρίτη, και αποθηκεύονται σε διάφορες συγκεντρώσεις. Σε πολλή τμήματα του αναπτυσσόμενου νευρικού συ-



**ΕΙΚΟΝΑ 1-6** Επίπεδα (στεφαναίο, οριζόντιο, εγκάρσιο) και κατευθύνσεις (κεφαλικά, ουραία κ.λπ.) που χρησιμοποιούνται συχνά στην περιγραφή του εγκεφάλου και του νωτιαίου μυελού. Το επίπεδο του σχηματογραφήματος είναι το μέσο οβελιαίο.

στήματος υπάρχει αρχικά υπερπληθώρα αναπτυσσόμενων νευριτών από τους οποίους όσοι δε φθάνουν στους σωστούς στόχους εξαφανίζονται μεταγενέστερα μέσω μιας διαδικασίας αποσύνθεσης.

Παρόλο που η δομική οργάνωση του εγκεφάλου έχει ολοκληρωθεί πριν από την έναρξη της νευρικής λειτουργίας, κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης ο εγκέφαλος υφίσταται τροποποίηση σε περίπτωση που ένα κατάλληλο ερέθισμα εφαρμοστεί ή αναχαιτιστεί κατά τη διάρκεια μιας κρίσιμης περιόδου

### ΠΙΝΑΚΑΣ 1-2 Ορολογία που χρησιμοποιείται στη Νευροανατομία

Κοιλιακά, πρόσθια	Προς την πρόσθια (κοιλιακή) επιφάνεια
Ραχιαία, οπίσθια	Προς τη ραχιαία επιφάνεια
Άνω, κρανιακά	Προς τα άνω (προς το κρανίο)
Κάτω	Προς την κάτω επιφάνεια
Ουραία	Προς την κάτω επιφάνεια (προς το ουραίο άκρο)
Ρυχχαία	Προς την πρόσθια επιφάνεια (προς τη ρίνα)
Έσω	Παρακείμενα ή προς το μέσο
Μέσο	Στο μέσο, στο μέσο επίπεδο (μέσο οβελιαίο επίπεδο)
Έξω	Προς τα πλάγια (απόμακρα από το μέσο)
Ομόπλευρα	Στην ίδια πλευρά
Ετερόπλευρα	Στην αντίθετη πλευρά
Αμφοτερόπλευρα	Και στις δύο πλευρές

που μπορεί να διαρκεί μόνο λίγες μέρες ή ακόμα λιγότερο.

## ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το **περιφερικό νευρικό σύστημα (ΠΝΣ)** αποτελείται από νωτιαία νεύρα, εγκεφαλικά νεύρα και από τα γάγγλια τους (ομάδες νευρικών κυττάρων εκτός του ΚΝΣ). Τα νεύρα περιέχουν νευρικές ίνες που μεταφέρουν ερεθίσματα (προσαγωγή) προς το ΚΝΣ ή από το ΚΝΣ προς την περιφέρεια (απαγωγή). Γενικά, οι **απαγωγές** νευρικές ίνες συμμετέχουν σε κινητικές

λειτουργίες, όπως η σύσπαση των μυών ή η έκκριση των αδένων ενώ οι **προσαγωγές** ίνες μεταφέρουν αισθητικά ερεθίσματα από το δέρμα, τους βλεννογόνους υμένες και τις εν τω βάθει δομές.

## ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΙ ΟΡΟΛΟΓΙΑ

Η θεώρηση των νευροανατόμων για τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό συσχετίζεται με την όψη των δομών αυτών σε τομές. Τα επίπεδα διατομής και η ορολογία που χρησιμοποιείται στη νευροανατομία απεικονίζονται στην Εικόνα 1-6 και στον Πίνακα 1-2.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Brodal P: *The Central Nervous System: Structure and Function*. Oxford Univ Press, 1981.

Damasio H: *Human Brain Anatomy in Computerized Images*. Oxford Univ Press, 1996.

Geschwind N, Galaburda AM: *Cerebral Lateralization*. Harvard Univ Press, 1986.

Kandel ER, Schwartz JN, Jessell T: *Principles of Neural Science*. Appleton & Lange, 2000.

Mai J, Paxinos G, Voss T: *Atlas of the Human Brain*. Elsevier, 2007.

Martin JH: *Neuroanatomy Text & Atlas*, 2nd ed. Appleton & Lange, 1996.

Mazziotta J, Toga A, Frackowiak R: *Brain Mapping: The Disorders*. Elsevier, 2000.

Netter FH: *Nervous System (Atlas and Annotations)*. Vol 1: The CIBA Collection of Medical Illustrations. CIBA Pharmaceutical Company, 1983.

Nicholls JG, Martin AR, Wallace BG: *From Neuron to Brain*, 3rd ed. Sinauer, 1992.

Parent A, Carpenter MC: *Carpenter's Human Neuroanatomy*, 8th ed. Williams & Wilkins, 1996.

Romanes GJ: *Cunningham's Textbook of Anatomy*, 18th ed. Oxford Univ Press, 1986.

Shepherd GM: *Neurobiology*, 2nd ed. Oxford Univ Press, 1994.

Toga A, Mazziotta J: *Brain Mapping: The Systems*. Elsevier, 2000.

